

普通院校基因工程实验教学的改革与创新

陈国梁^(✉), 薛皓, 贺晓龙, 孙志宏

延安大学生命科学学院, 延安, 716000

摘要: 针对普通院校开设基因工程实验存在的普遍问题, 本文从合理配置实验室硬件设施、优化实验教学内容、改进实验体系、革新教学手段和方法等方面进行探索, 尝试建立一较适合普通院校开设基因工程实验课的开课模式。

关键词: 普通院校, 基因工程, 实验教学, 改革与创新

How to Teach Genetic Engineering Experiments in Normal Universities

CHEN Guo-liang^(✉), XUE Hao, HE Xiao-long, SUN Zhi-hong

College of Life Science, Yan'an University, Yan'an 716000, China

基因工程是在分子生物学、遗传学、微生物学等学科发展基础上诞生的, 是生物技术中最吸引人、发展最迅速的一门科学^[1]。其强大的生命力和巨大的活力推动着人类社会生活方式的重大变革, 展示出惊人的发展潜力和广阔的应用前景^[2]。其实验技术和手段不但对本学科的发展起着重要作用, 而且越来越为其他学科借鉴和运用, 因此国内外高校生物专业几乎都开设此课程, 体现出其在生物学中的重要地位^[3]。但由于该领域新理论、新技术日新月异、层出不穷, 加之开设实验课所需大部分仪器、试剂价格昂贵等导致国内许多普通院校对此课程的开设心有余而力不足, 几乎不开或受限于设备、实验场地等而开几个极其“简单、陈旧”的实验^[4-13]。这不仅影响学生实验技能的提高, 且不利于今后发展。鉴于此, 笔者对生物专业基因工程实验教学进行了改革, 为该课程建立一种较适合在普通院校授课的模式。

收稿日期: 2012-11-15; 修回日期: 2012-12-05

基金项目: 生物科学国家级特色专业建设项目、陕西省地方高校生物技术高素质应用型人才培养模式创新实验区项目与延安大学教学改革研究项目(YDJG11-18)共同资助

通讯作者: 陈国梁, E-mail: glc9359@163.com

1 基因工程实验开设所面临的困难

基因工程实验课从1999年起在我院开设, 经过近十多年的教学实践及与同类院校交流, 发现该实验课在普通院校开设面临诸多困难, 主要表现在以下几方面。

1.1 实验经费短缺

开展基因工程实验, 不仅需要PCR扩增仪、凝胶成像仪等贵重仪器, 而且需要购买价格昂贵的试剂(如各种酶类等), 实验成本较高^[14]。加之普通院校的实验教学维持经费一般不足, 而实验材料价格又不断上涨, 并随着扩招, 人数不断增加, 生均占有仪器及材料越来越少, 导致许多实验无法开展, 使实验教学受到严重制约。

1.2 实验时间不足

基因工程实验步骤多、过程长, 且多数步骤需等待, 完成一个实验常常需要几小时甚至十几小时^[6]。但目前普通院校每次实验课大都安排3~4小时, 加之受实验室面积、实验设备、实验人员等的限制, 很难完成任务。

1.3 学生动手时间少

实验员在实验课前从试剂到实验器材全部准备好，学生只是按照实验操作步骤按部就班地进行实验，导致学生动手时间少，缺乏学习的主动性。这种灌输式的教学方法即使在课堂上得到了满意的实验结果，但在日后着手毕业论文或进入科研实验时，学生表现出学过的实验技术根本不会用或一旦遇到问题就无法解决，不利于学生分析问题、解决问题能力的培养。

1.4 学生毕业去向不同，对实验技能要求不同

通过对我院及我省部分院校生物科学专业学生近年就业情况调查，毕业生主要有两种去向，一是任教，另一是攻读硕士研究生或在企事业单位从事有关的科学研究工作。但二者对学生的基因工程实验技能要求有所不同。前者需要掌握基本实验技能，后者则对实验技术有较高的要求。

1.5 教材建设趋于“本土化”

基因工程技术的不断发展使得实验内容更新迅速，教材也随之不断更新^[2]。但目前国内还没有比较通用的基因工程实验教材，致使各院校基本上都采用本校主编或自编的教材^[6]，使得教材“本土化”现象非常普遍。这虽能促进基因工程实验教材的发展，但实验所涉及的材料大都源于本校教师科研项目，使得实验材料来源“本土化”，导致其他院校无法应用。

1.6 实验内容相对独立

依据大学本科教学水平评估指标体系要求，实验教学应减少验证性实验，向综合性、设计性和研究性实验发展^[15]。而目前大多实验都是相对独立的，前后几乎没有明显联系，学生完成实验后也不知如何应用，造成理论与实际相脱节，导致学生将所学的实验遗忘。

2 教改基本思路

针对上述问题，结合学院实际，作者进行了基因工程实验教学改革，其基本思路在于，第一，全面考虑对学生实施基本知识、基本能力与综合素质三位一体的培养；第二，遵循课程自身特点，从教学内容、形式、时间安排等方面进行改革，构建适合普通院校基因工程实验的教学体系；第三，依据学生实际需求，特别是要与中学生物教改、学生就业及今后的进一步深造实际需求相联系，争取在有限的课时内，提高教学效率，做到学以致用。

3 基因工程实验开设模式探索

3.1 合理配置硬件设备、保证教学质量

依据力争每人都能独立动手操作的实验室建设原则，在实验室硬件设施配置上依学院的具体情况及基因工程实验中较多仪器可以共用的特点逐步完善，即在原有的生物化学、细胞生物学等实验的基础上，适当添置诸如微量移液器等小件仪器，就能以较少的投入而得到较好的教学效果，保证实验教学能正常运行。

3.2 统筹安排时间，保证教学顺利进行

根据基因工程实验的特点，将部分实验内容安排在周五上、下午一段较集中时间里（表1），这样，第二天可观察、记录、保存结果，甚至可开始下一个实验或下一个实验的准备。这在时间上允许实验失败、延伸。同时又有充足的时间让学生思考和解决问题，加深对实验的印象。

3.3 分组准备，相互交流

针对学生动手时间少这一问题，将学生分组，每

表1 部分实验课时间安排表

日期	时间	实验内容	备注
星期五	8:00-11:30	实验原理及实验操作讲授	周四晚由指导教师做DH _{5α} 菌落活化
	11:30-12:00	PCR产物与T载体的连接、DH _{5α} 菌落扩大培养	
	14:00-15:30	感受态细胞的制备	
	15:30-18:00	重组子的转化、培养、平板准备及涂板	
	18:00-	平板培养（抗性、蓝白斑筛选实验）	
星期六	9:00	观察、记录、保存结果，并为下一个实验做准备	如实验失败，可利用周末重复

注：马铃薯基因组DNA的提取、目的基因的PCR扩增及回收等实验正常安排。

小组在老师的指导下完成试剂的配制等准备工作，并参加老师的预试实验，之后老师召集各小组进行讨论与交流。如果所配试剂不合格，则直接影响本组实验结果甚至导致失败。这样，从试剂配制，实验的预做均由学生参与、完成，既使学生熟悉整个实验环节，又能相互交流，学生既动手又动脑，实验操作技能提高快，还可增强学生的责任感，充分发挥了学生的主体作用。

3.4 就地取材，编排讲义

面对基因工程实验教材“本土化”现状，我们一是将教师部分科研成果转化为可操作的实验项目，如将“以*gbss*、*ssIII*和*ssII*为靶标的RNAi载体构建及转基因马铃薯植株的获得”等研究成果转化为实验，为实验内容的更新及综合实验的开设等奠定了基础；二是大量收集将诸如以马铃薯、番茄等常见生物为实验材料的科研成果，对其进行合理转化纳入实验，编写出既适合本校学生又对其他普通院校通用的基因工程实验教材。

3.5 精选择实验内容，建立合理的实验教学体系

基因工程实验课的开设主要是使学生了解和掌握一定的实验技术，为以后的工作与科研活动打好基础^[16]。作为教学活动，在有限学时内不可能将所有的基因工程技术都学会。同时为了解决实验内容相对独立，前后脱节等问题，我们紧围绕“分、切、接、转、筛”的流程，以马铃薯*gbss*启动子基因的克隆为题，从中选取马铃薯基因组DNA的提取、马铃薯*gbss*启动子基因PCR的扩增、PCR产物的回收及其与T载体的连接、感受态细胞的制备与转化、重组子的筛选及鉴定等关键环节作为实验内容，并按此顺序开课。做到以一条主线贯穿于整个实验过程中，使每个实验既独立又相互衔接，互为因果，既可达到实验技能培训的目的，又将其组合成一系列前后关联的有机整体，成为综合性实验，符合本科教学水平评估的要求。学生所学知识也能很好的串在一起，能激起学生学习的兴趣，有利于加深印象。通过实践，大多学生能掌握科学研究的基本程序和技术，形成完整的科研概念，为今后工作打下良好的基础。通过精心选择实验内容，合理安排，使整个实验过程完整，改变了传统实验教学的内容前后脱节的状况，建立了合理的实验教学体系。

3.6 采用多种辅助教学手段和方法，弥补不足

(1) 穿插视听教学 基因工程实验具有内容多、更新快，过程复杂、抽象，许多实验原理及操作难于用语言描述，在有限的时间内不是所有实验面面俱到。因此，选择播放一些教学录像，把抽象的概念、原理，真实的实验过程等形象生动地展现给学生，帮助把握概念原理的实质，获得示范性的知识。同时可弥补由于经费和学时所限，在基因工程研究中非常重要和不可缺少而又无法开设的实验（如分子杂交、基因文库的构建等）及RNAi等新理论、新技术的缺陷，使同学们在有限的学习条件下学到更多的知识，保证了实验理论与知识的前沿性。

(2) 充分利用网络资源，开设虚拟实验 网络作为当今社会信息的载体，提供了数量巨大的基因工程信息，为该课程的学习提供了丰富的资源。如深圳大学生命科学学院开发的GE_VRLab软件^[17]，利用该软件可做cDNA文库构建、基因克隆与表达等虚拟实验；美国犹他州大学遗传学网站^[18]上可在线进行诸如PCR、DNA微阵列等虚拟实验；NCBI网站上可进行电子克隆、电子Northern、基因表达的系统分析等实验。由于虚拟实验具有真实感、互动性、操作性、经济快捷、灵活开放（与传统实验模式相比，无时空限制）、安全可靠、无污染、与传统的实验室优势互补等特点^[9,13]，我们充分利用网络资源，根据实验及学生实际需求，有目的地开设一些虚拟实验，既可帮助学生更好地学，教师更好地教，提高教学质量，又可有效缓解日益增长的教学需求与现有实验条件不足的矛盾以及目前高校扩招后实验教学面临的诸多难题。

(3) 科研训练——实验课的延伸 普通师范院校的学生毕业后，如从事教育工作，则要注重培养其对基因工程常见实验技术的掌握，对于想继续深造的学生一般对实验技术要求较高，则要注重培养其实验技术的系统性，让学生得到系统的基因工程实验技能的训练，为其工作和今后的再学习与再教育打下基础。这既符合师范本科教育的目的，又使精英教育与大众化教育的矛盾得到了较好的解决。而基因工程课程的开设时间大多在大三、大四，此时学生对自己的毕业去向已有了充分的考虑和准备，因此可依据学生实际情况有针对性的制定实验培养方案。比如我们于对那些准备考研的同学除开设上水基本实验之外，还要积极鼓励其参加相关的科研。具体做法是每学期由教师依据自己的科研工作需要，提出一些相关小课题并向

学生公布,学生则按自己的兴趣与能力提出申请,通过双向选择,将一部分学生吸收到教师的实验室、研究室中,让学生积极主动参与其中,完成一部分力所能及的工作,并从中抽取产生大学生科技创新训练项目或毕业论文,使实验进一步延伸,提高学生的综合能力,满足再教育需求。

4 体会

经过几年的教改实施及跟踪调查结果表明:第一,通过合理的实验仪器配置及上课时间的安排,较好地解决了实验器材紧缺、时间紧张的问题;第二,实验准备的参与,增加了学生动手机会,不仅获得了没有写入教科书中的实验经验及小技巧,而且学会如何查找导致实验失败的原因及提出初步的解决方案,提高了分析解决实际问题的能力,为其今后的学习和工作打下了坚实的基础;第三,通过虚拟实验,可变实物为实模——省钱,凝时空为瞬间——高效,既丰富了传统实验,补充了因条件限制无法开展的新实验,又可反复体会和讨论,进一步加深学生对实验原理、步骤、实验细节等的掌握和理解。此外,还起到课前预实验的效果,增强实验学习的熟练程度,课后也能做到反复练习与再现实验情境;第四,通过将科研成果转化为教学内容并精心选择及组合,使实验课的内容不仅涵盖了基因工程实验技术的重要内容,而且能使其前后贯通,学生学到的不再是仅仅几个实验的具体操作,而是一种研究思路和方法,是基因工程当中常用的一整套研究技术,大大提高了实验设计与动手能力,这是一般零散实验难以达到的效果;第五,采用多种教学手段和方法,不仅激发了同学们的学习热情,活跃了课堂气氛,而且加深了他们对所学知识理解,启发了他们的思维。

参考文献

[1] 陈启明,王金忠,耿运琪. 基因工程 [M]. 天津:南开大

学出版社,2003.

- [2] 朱旭芬,赵小立,丁鸣,等. “基因工程实验”精品课程建设的探索与思考 [J]. 中国大学教学,2011,8: 54-55.
- [3] 韦宇拓,杜丽琴,陆坚,等. 标准模块化设计在基因工程实验课程教学中的应用 [J]. 安徽农业科学,2012,40(18): 9959-9960.
- [4] 吴顺. 改革基因工程实验教学,提高学生综合能力 [J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2010,4(4): 157-159.
- [5] 高利臣,肖璐,冯涛. 基因工程实验教学改革的几点思考 [J]. 实验室研究与探索,2010,29(4): 99-102.
- [6] 苏何玲,刘永明,李焰斌,等. 基因工程实验教学的实践与思考 [J]. 山西医科大学学报(基础医学教育版),2009,11(4): 42-445.
- [7] 魏麟,刘胜贵,付明,等. 基因工程实验教学改革的实践探析 [J]. 怀化学院学报,2012,31(2): 94-96.
- [8] 唐劲松,刘靖,张晶. 高职高专基因工程教学问题分析与对策 [J]. 中国科教创新导刊,2008,35: 49.
- [9] 郭静,张一鸣,王宁. 虚拟现实技术在基因工程实验教学中的应用 [J]. 山西医科大学学报(基础医学教育版),2008,10(5): 626-628.
- [10] 樊丽,孙立强,关宝生. 基因工程和生物化学实验教学改革的初探 [J]. 齐齐哈尔医学院学报,2004,25(6): 66-67.
- [11] 叶祖云. 高师院校基因工程课程体系得建立 [J]. 宁德师专学报(自然科学版),2003,15(2): 63-165.
- [12] 张以顺,黎茵,陈云凤. 基因工程实验的科研型教学模式探索与实践 [J]. 实验室研究与探索,2010,29(8): 238-241.
- [13] 范伟. 虚拟实验在实验教学中的地位和作用研究 [J]. 佳木斯大学学报(自然科学版),2006,24(2): 204-205.
- [14] 张玉山,张麟飞,关伟雄,等. 基因工程实验教学改革的实践探索 [J]. 实验科学与技术,2011,98(2): 95-97.
- [15] 于冰,马春泉,商传军,等. 高校“基因工程实验”教学体系的改革与实践 [J]. 黑龙江教育(高教研究与评估),2008,(1、2): 87-88.
- [16] 张彦定,义德,雪峰. 本科基因工程实验教学的思考 [J]. 新课程研究-职业教育,2008,9(126),115-116.
- [17] <http://course.szu.edu.cn/geneweb/index.html>
- [18] <http://learn.genetics.utah.edu/index.html>

(责编 高新景)